

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR SIMBOL	xx
DAFTAR SINGKATAN	xxi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan Penelitian	I-4
1.4 Batasan Masalah	I-4
1.5 Manfaat Penelitian	I-5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terkait	II-1
2.2 Dasar Teori	II-3
2.2.1 Sistem Kendali	II-3
2.3 Pengendali Sistem	II-4
2.3.1 Sistem Kendali Adaptif	II-4
2.3.2 <i>Model Reference Adaptive Control</i>	II-5
2.3.3 <i>MIT Rule</i>	II-6
2.4 Sistem	II-11
2.4.1 Motor Induksi Tiga Fasa	II-11



2.4.2	<i>Magnetic Levitation Ball</i>	II-19
2.5	Identifikasi Sistem	II-28
2.5.1	Respons Transient Sistem Orde Dua	II-28
2.5.2	Model Referensi MRAC Orde Dua	II-29
2.6	Program Matlab	II-30

BAB III METODELOGI PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	III-1
3.2	Alur Penelitian	III-1
3.3	Tahapan Penelitian.....	III-2
3.4	Validasi Model Matematis.....	III-4
3.4.1	Motor Induksi Tiga Fasa.....	III-4
3.4.2	<i>Magnetic Levitation Ball</i>	III-5
3.5	Perancangan Pengendali MRAC.....	III-6
3.5.1	Alur Perancangan Pengendali MRAC	III-6
3.5.2	Membuat Model Referensi	III-7
3.5.3	Perancangan Pengendali MRAC dan Penentuan Nilai Gain	III-9

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1	Gambaran Umum Analisa Sistem.....	IV-1
4.2	Analisa sistem Motor Induksi Tiga Fasa secara <i>open loop</i>	IV-1
4.3	Analisa sistem <i>Magnetic Levitation Ball</i> secara <i>open loop</i>	IV-5
4.4	Analisa pengaruh penambahan jumlah gain pada pengendali MRAC terhadap performansi sistem yang diujikan tanpa gangguan	IV-7
4.4.1	Analisa pengendali MRAC dengan satu gain	IV-8
4.4.2	Analisa pengendali MRAC dengan dua gain.....	IV-17
4.4.3	Analisa pengendali MRAC dengan tiga gain.....	IV-33
4.5	Analisa pengaruh penambahan jumlah gain pada pengendali MRAC terhadap performansi sistem yang diujikan dengan gangguan sinyal kendali dan sinyal masukan	IV-45
4.5.1	Analisa kekokohan pengendali MRAC satu gain dalam mengatasi gangguan sinyal kendali dan sinyal masukan	IV-45
4.5.2	Analisa kekokohan pengendali MRAC dua gain dalam mengatasi gangguan sinyal kendali dan sinyal masukan	IV-49
4.5.3	Analisa kekokohan pengendali MRAC tiga gain dalam mengatasi gangguan sinyal kendali dan sinyal masukan	IV-55

4.6 Analisa pengaruh penambahan jumlah gain pada pengendali MRAC terhadap performansi sistem yang diujikan dalam mengatasi perubahan <i>setpoint</i>	IV-60
4.6.1 Analisa kekokohan pengendali MRAC satu gain dalam mengatasi perubahan <i>setpoint</i>	IV-60
4.6.2 Analisa kekokohan pengendali MRAC dua gain dalam mengatasi perubahan <i>setpoint</i>	IV-62
4.6.3 Analisa kekokohan pengendali MRAC tiga gain dalam mengatasi perubahan <i>setpoint</i>	IV-66

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Sistem Kendali Lup Tertutup	II-4
2.2	Blok Diagram Skema MRAC	II-5
2.3	Skema MRAC Dengan Metode <i>MIT Rule</i> Satu Gain	II-7
2.4	Skema MRAC Dengan Metode <i>MIT Rule</i> Dua Gain	II-9
2.5	Skema MRAC Dengan Metode <i>MIT Rule</i> Tiga Gain	II-11
2.6	Bagian Motor Induksi Tiga Fasa	II-12
2.7	Stator	II-13
2.8	Rotor Sangkar Tupai	II-13
2.9	Rotor Belitan	II-14
2.10	Respons asli dari hasil uji <i>step</i> dalam keadaan <i>Open loop</i>	II-15
2.11	Step respon pada saat t_i , dan t_{73}	II-16
2.12	Kurva Harriot	II-17
2.13	Respon sistem tanpa beban dengan nilai t_{73} dan t_i	II-18
2.14	Estimasi kurva <i>harriot</i>	II-18
2.15	Sistem <i>magnetic levitation ball</i>	II-19
2.16	<i>D/A Converter</i>	II-20
2.17	<i>Power Amplifier</i>	II-20
2.18	<i>Ball and Coil Subsystem</i>	II-21
2.19	Sensor Posisi	II-23
2.20	<i>A/D Converter</i>	II-23
2.21	Bola Baja Sebelum Pelayangan	II-27
2.22	Bola Baja Setelah Terjadi Pelayangan	II-27
2.23	Respon Sistem Orde Dua	II-28
2.24	Matlab	II-30
3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	III-1
3.2	Blok <i>Simulink Open Loop</i> Motor Induksi Tiga Fasa	III-5
3.3	Hasil Simulasi Motor Induksi Tiga Fasa	III-5
3.4	Blok <i>Simulink Open Loop Magnetic Levitation Ball</i>	III-6
3.5	Hasil Respon <i>Open Loop Magnetic Levitation Ball</i>	III-6

3.6	Grafik Model Referensi Motor Induksi Tiga Fasa.....	III-8
3.7	Grafik Model Referensi <i>Magnetic Levitation Ball</i>	III-9
3.8	Desain MRAC Satu Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa	III-10
3.9	Desain MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	III-11
3.10	Desain MRAC Dua Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa.....	III-12
3.11	Desain MRAC Dua Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	III-13
3.12	Desain MRAC Tiga Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa	III-14
3.13	Desain MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	III-16
4.1	Blok Simulink Sistem Motor Induksi Tiga Fasa <i>Open Loop</i>	IV-1
4.2	Hasil Respon Simulasi Motor Induksi Tiga Fasa Secara <i>Open Loop</i>	IV-2
4.3	Data <i>Workspace</i> Sistem Motor Induksi Tiga Fasa Secara <i>Open Loop</i>	IV-3
4.4	Blok Simulink Motor Induksi Tiga Fasa Tanpa Pengendali Dengan Gangguan Sinyal Masukan.....	IV-4
4.5	Respon Sistem Motor Induksi Tiga Fasa Tanpa Pengendali Dengan Gangguan 10% Sinyal Masukan	IV-4
4.6	Blok Simulink Sistem <i>Magnetic Levitation Ball</i> Secara <i>Open Loop</i>	IV-5
4.7	Hasil Respon <i>Magnetic Levitation Ball</i> Secara <i>Open Loop</i>	IV-5
4.8	Data <i>Workspace</i> Sistem <i>Magnetic Levitation Ball</i> Secara <i>Open Loop</i>	IV-7
4.9	Blok Simulink MRAC Satu Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa	IV-8
4.10	Pengaruh perubahan nilai gain terhadap respons sistem Motor Induksi Fasa	IV-10
4.11	Hasil Respon MRAC Satu Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa	IV-11
4.12	Blok Simulink MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-13
4.13	Pengaruh perubahan nilai gain terhadap respons sistem <i>magnetic levitation ball</i>	IV-14
4.14	Hasil Respon MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-15
4.15	Blok Simulink MRAC Dua Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa.....	IV-17
4.16	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Pertama Pada Motor Induksi Tiga Fasa	IV-22
4.17	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Kedua Pada Motor Induksi Tiga Fasa	IV-23
4.18	Blok Simulink MRAC Dua Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-25
4.19	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Pertama Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-29
4.20	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Kedua Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-31



4.21	Blok Simulink MRAC Tiga Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa	IV-33
4.22	Hasil Respon MRAC Tiga Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa	IV-37
4.23	Blok Simulink MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-39
4.24	Hasil Respon MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-43
4.25	Blok Simulink MRAC Satu Gain Pada Sistem Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-46
4.26	Respon MRAC Satu Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-46
4.27	Blok Simulink MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-48
4.28	Respon MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-48
4.29	Blok Simulink MRAC Dua Gain Pada Sistem Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-50
4.30	Respon MRAC Dua Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Pada Pola Pertama	IV-50
4.31	Respon MRAC Dua Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Pada Pola Kedua.....	IV-51
4.32	Blok Simulink MRAC Dua Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-53
4.33	Respon MRAC Dua Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Pada Pola Pertama	IV-53
4.34	Respon MRAC Dua Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Pada Pola Kedua.....	IV-54
4.35	Blok Simulink MRAC Tiga Gain Pada Sistem Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-56
4.36	Respon MRAC Tiga Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Gangguan 10% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Pada Pola Pertama	IV-56
4.37	Blok Simulink MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan	IV-58
4.38	Respon MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Gangguan 50% Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Pada Pola Pertama	IV-59
4.39	Blok Simulink MRAC Satu Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-60

4.40	Hasil Respon MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-61
4.41	Blok Simulink MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-61
4.42	Hasil Respon MRAC Satu Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-62
4.43	Blok Simulink MRAC Dua Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-63
4.44	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Pertama Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-63
4.45	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Kedua Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-64
4.46	Blok Simulink MRAC Dua Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-64
4.47	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Pertama Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-65
4.48	Hasil Respon MRAC Dua Gain Pola Kedua Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-65
4.49	Blok Simulink MRAC Tiga Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-66
4.50	Hasil Respon MRAC Tiga Gain Pada Motor Induksi Tiga Fasa Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-66
4.51	Blok Simulink MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-67
4.52	Hasil Respon MRAC Tiga Gain Pada <i>Magnetic Levitation Ball</i> Dengan Perubahan <i>Setpoint</i>	IV-68

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang menyalin atau menjiplak seluruh atau sebagian isi dari buku ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

2. Dilarang mengutip atau menjiplak sebagian isi dari buku ini untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

3. Dilarang mengutip atau menjiplak sebagian isi dari buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Sinyal uji step tanpa beban dan keluaran pada keadaan <i>open loop</i>	II-15
2.2 Simbol yang digunakan pada metode <i>Harriot</i>	II-17
2.3 Nilai-Nilai Parameter dari <i>Magnetic Levitation Ball</i>	II-25
4.1 Perbandingan Respons Open Loop Motor Induksi Tiga Fasa Dan <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-7
4.2 Pencarian nilai gain MRAC satu gain pada sistem motor induksi tiga fasa.....	IV-9
4.3 Perbandingan respons motor induksi tiga fasa tanpa pengendali dan dengan pengendali MRAC satu gain	IV-12
4.4 Pencarian nilai gain MRAC satu gain pada sistem <i>magnetic levitation ball</i> ...	IV-13
4.5 Perbandingan respons motor induksi tiga fasa <i>magnetic levitation ball</i> tanpa pengendali dan dengan pengendali MRAC satu gain.....	IV-16
4.6 Pencarian nilai gain MRAC Dua Gain Sistem Motor Induksi Tiga Fasa.....	IV-18
4.7 Perbandingan respons motor induksi tiga fasa tanpa pengendali, dengan pengendali MRAC satu gain, dan MRAC dua gain	IV-24
4.8 Pencarian nilai gain MRAC dua gain sistem <i>magnetic levitation ball</i>	IV-26
4.9 Perbandingan respons motor induksi tiga fasa <i>magnetic levitation ball</i> tanpa pengendali dan dengan pengendali MRAC satu gain dan MRAC dua gain	IV-32
4.10 Pencarian nilai gain MRAC Tiga Gain Sistem Motor Induksi Tiga Fasa.....	IV-34
4.11 Perbandingan respons motor induksi tiga fasa tanpa pengendali, dengan pengendali MRAC satu gain, MRAC dua gain, dan MRAC tiga gain.....	IV-38
4.12 Pencarian nilai gain MRAC Tiga Gain Sistem <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-40
4.13 Perbandingan respons motor induksi tiga fasa <i>magnetic levitation ball</i> tanpa pengendali dan dengan pengendali MRAC satu gain dan MRAC dua gain	IV-44
4.14 Respon MRAC Satu Gain Terhadap Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Motor Induksi Tiga Fasa.....	IV-47
4.15 Respon MRAC Satu Gain Terhadap Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Sistem <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-49
4.16 Perbandingan Respons MRAC Dua Gain Dan Satu Gain Terhadap Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Motor Induksi Tiga Fasa	IV-52



4.17 Perbandingan Respons MRAC Dua Gain Dan Satu Gain Terhadap Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-55
4.18 Perbandingan Respons MRAC Tiga Gain , Dua Gain, Dan Satu Gain Terhadap Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan Motor Induksi Tiga Fasa.....	IV-57
4.19 Perbandingan Respons MRAC Tiga Gain , Dua Gain, Dan Satu Gain Terhadap Gangguan Sinyal Kendali Dan Sinyal Masukan <i>Magnetic Levitation Ball</i>	IV-59

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang menjiplak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



DAFTAR SIMBOL

<i>Integral</i>
Konstanta Waktu
Konstanta Redaman
Turunan
Nilai Gain pada MRAC
Hampir Sama Dengan
Waktu <i>constant</i>
Nilai respon saat mencapai yi
Waktu tunda
Nilai respon saat mencapai 73 %
Nilai respon saat mencapai 33%
Model Fungsi alih Harriot
Gain keadaan tunak



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR SINGKATAN

Propotional Integral Derivatif

Time Setling

Time Rise

Time Delay

Waktu Puncak

Setpoint

Model Reference Adaptive Control